

Comité Interprofessionnel du Bois Energie

les combustibles bois énergie: caractérisation, prix, indexation

Réunion des animateurs BE - 14 novembre 2013

Rémi Grovel





3 paramètres indissociables lorsqu'on parle combustible bois énergie et contrat

- **Paramètre technique**
  - Classification et standardisation des combustibles bois,
  - Méthodes de caractérisation et mesure qualité (humidité, granulométrie, fines, cendres)

- **Paramètre règlementaire et normatif**
  - Caractérisation des bois admissibles dans les installations de combustion (2910A)
  - Normalisation des combustibles et des méthodes de contrôle qualité

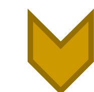
- **Paramètre économique**
  - Connaissance structures de coût production des combustibles bois
  - Connaissance des prix de marché du BE et de leur évolution
  - Modes de facturation et formules d'indexation contractuelle



4 étapes pour l'élaboration des outils de suivi des prix et indexation des combustibles

2009-2010

- Caractérisation des combustibles / standardisation
  - Classification professionnelle des combustibles livrés



2010-2011

- Connaissance des coûts de production
  - Analyse des coûts de production selon itinéraires techniques

2010-2012

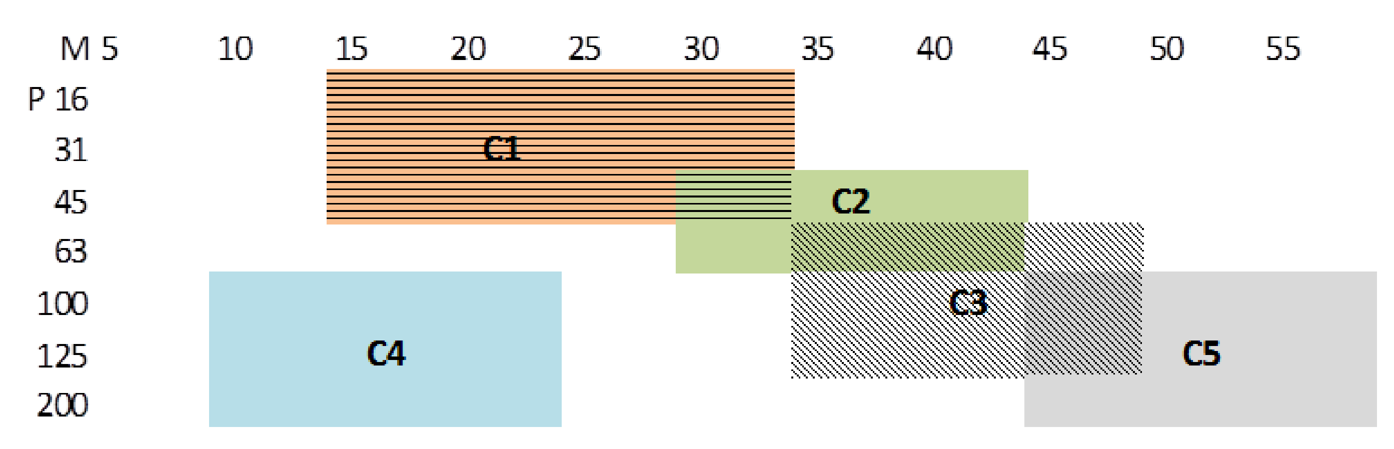
- Connaissance des prix du marché
  - Mercuriale des prix du BE (CEEB)



2011-2013

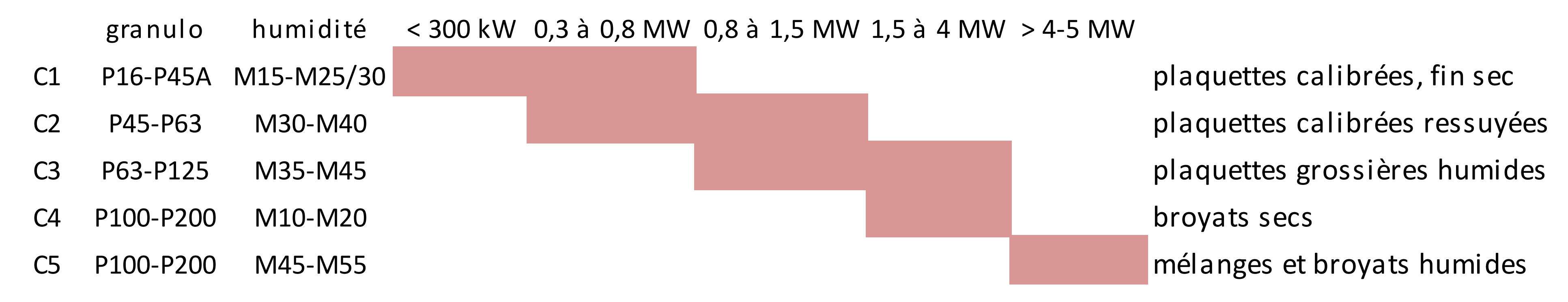
- Révision des formules d'indexation contractuelle

1- caractérisation et classification des combustibles: pour une « standardisation »



- **Simplifier l'utilisation des référentiels et normes (NF EN14961)**
- **Disposer d'un langage commun**
- **Permettre un suivi des prix des combustibles et une indexation représentative des catégories de combustibles livrées en chaufferies**





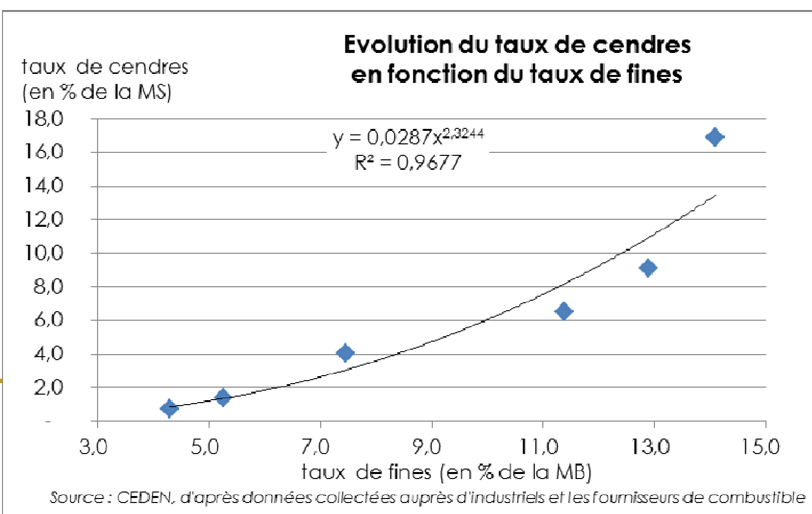
	granulo	humidité	< 300 kW	0,3 à 0,8 MW	0,8 à 1,5 MW	1,5 à 4 MW	> 4-5 MW	
C1	P16-P45A	M15-M25/30	■	■				plaquettes calibrées, fin sec
C2	P45-P63	M30-M40		■	■			plaquettes calibrées ressuyées
C3	P63-P125	M35-M45			■	■		plaquettes grossières humides
C4	P100-P200	M10-M20				■		broyats secs
C5	P100-P200	M45-M55					■	mélanges et broyats humides

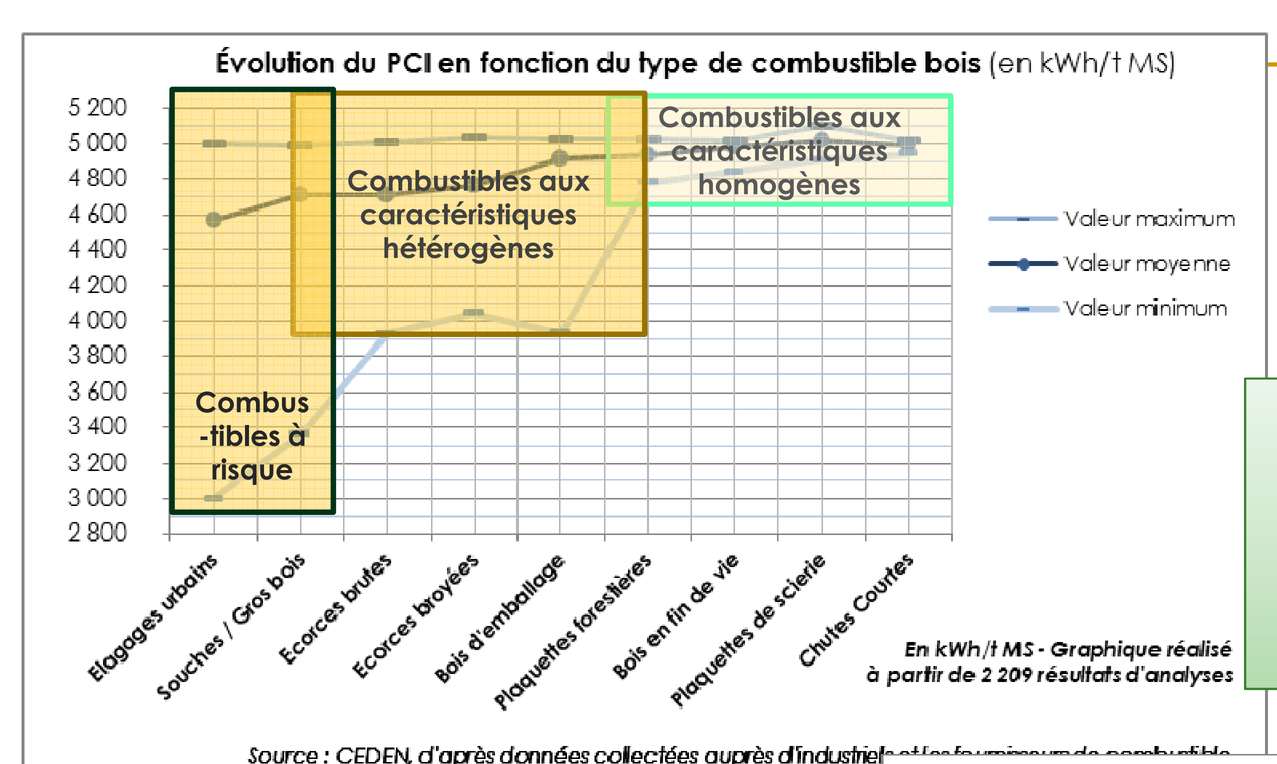
Importance de bien caractériser le combustible livré pour savoir ce que l'on facture !

- **Deux difficultés rencontrées**
  - Caractéristiques des combustibles → le PCI ne varie pas seulement avec Tx hum
  - Méthodes de caractérisation et fiabilité

- **La teneur en matières minérales:** varie de quelques dixièmes de % (plaquettes de scierie) à plusieurs % (bois exotiques, écorces, bois en fin de vie, bois d'élagage urbain, refus de criblage de compost…).
  - Influence le PCi anhydre
  - Modifie les conditions de combustion: diminue le point de fusibilité des cendres

- **Le taux de fines** → impacte sur le taux de cendres et sur le rendement de la combustion



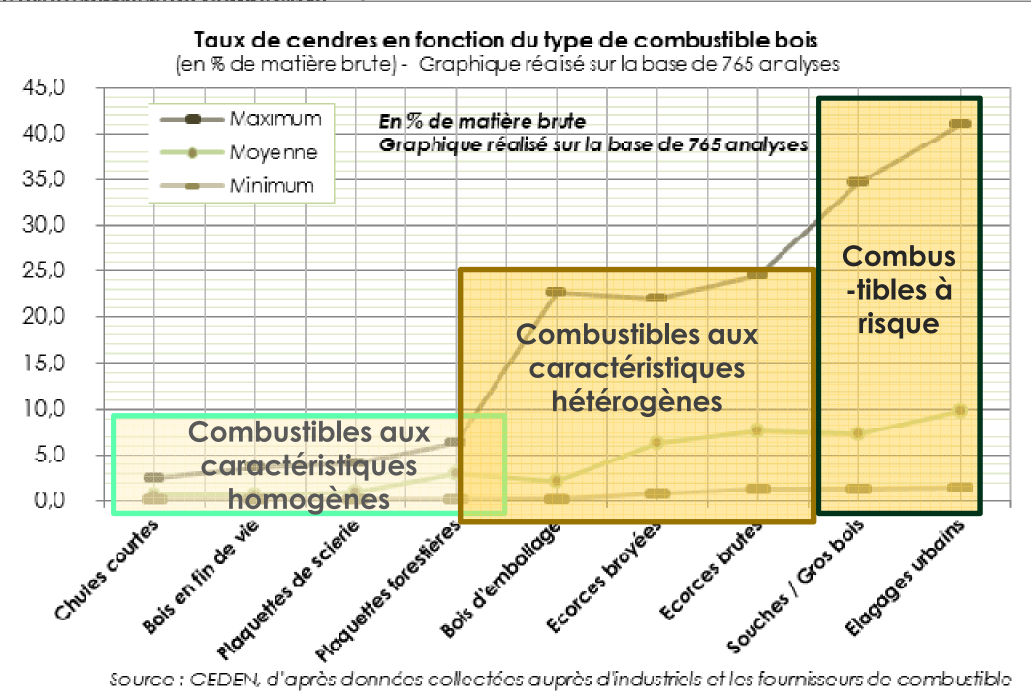


Source: CEDEN

Evolution du PCI en fonction du type de combustible

Connaitre et caractériser les combustibles livrés pour mieux indexer la relation fournisseur-client sur le contenu énergétique réel

Evolution des cendres selon le type de combustible







Quels enseignements ?

- **Caractériser pour :** meilleure conduite de la combustion (compréhension, identification des problèmes et dysfonctionnements), Facturation juste, Limite le risque de contentieux et/ou de dysfonctionnements lié à la composition du bois ou à son contenu énergétique

- **Imposer une caractérisation régulière des combustibles**
  - **Humidité**
  - **Granulométrie** (fraction fine impérativement) **et impuretés**
  - **Estimation du PCI selon plusieurs méthodes :**
    - matières organiques à 550°C ou matières volatiles à 810°C (60 €HT/analyse)
    - calcul à partir des teneurs en C, H, O (110 €HT/analyse)
    - bombe calorimétrique (160 €HT/analyse)
  - **Eléments traces métalliques et composés organohalogénés** (à une moindre fréquence)

- **Combien ça coûte ?**
  - **0,20/0,30 à 0,60/0,80 €HT/MWh « entrée chaudière » en fonction de la puissance de chaufferie et du mode de facturation**

- **Mettre en place une certification si besoin** (ex CBQ+, charte),

  - **Solliciter un bilan annuel du fournisseur et/ou de l'exploitant** (livraison des combustibles, copie des analyses, fiche technique de caractérisation des combustibles, composition des cendres)

Importance de bien caractériser le combustible livré pour savoir ce que l'on facture !

- 2 modes de facturation selon qui est le garant de la qualité et de la caractérisation du combustible (fournisseur – exploitant):
  - **garantie/contrôle « amont »: fournisseur certifié** (tonne, map, MWh sortie)
  - **garantie/contrôle « aval »: client** (tonne, MWh entrée, analyse PCI)

- Enjeux / perspectives
  - → Homogénéisation des contrats d'appro, méthodes de contrôle, procédures de réception, protocole de mesure et échantillonnage
  - → Qualification des fournisseurs, certification produits et services (chartes / assurance qualité produits)
  - → Solutionner la question de l'échantillonnage
    - projets avec achat du combustible au MWh sortie chaudière → inutile
    - projets de forte consommation avec hangar de dépotage de plain-pied pour le déchargement du camion → meilleure visibilité de l'homogénéité du chargement
    - projets de très forte puissance avec mise en place de moyens d'analyse/détection globale et en continue des livraisons

2- Paramètres règlementaires

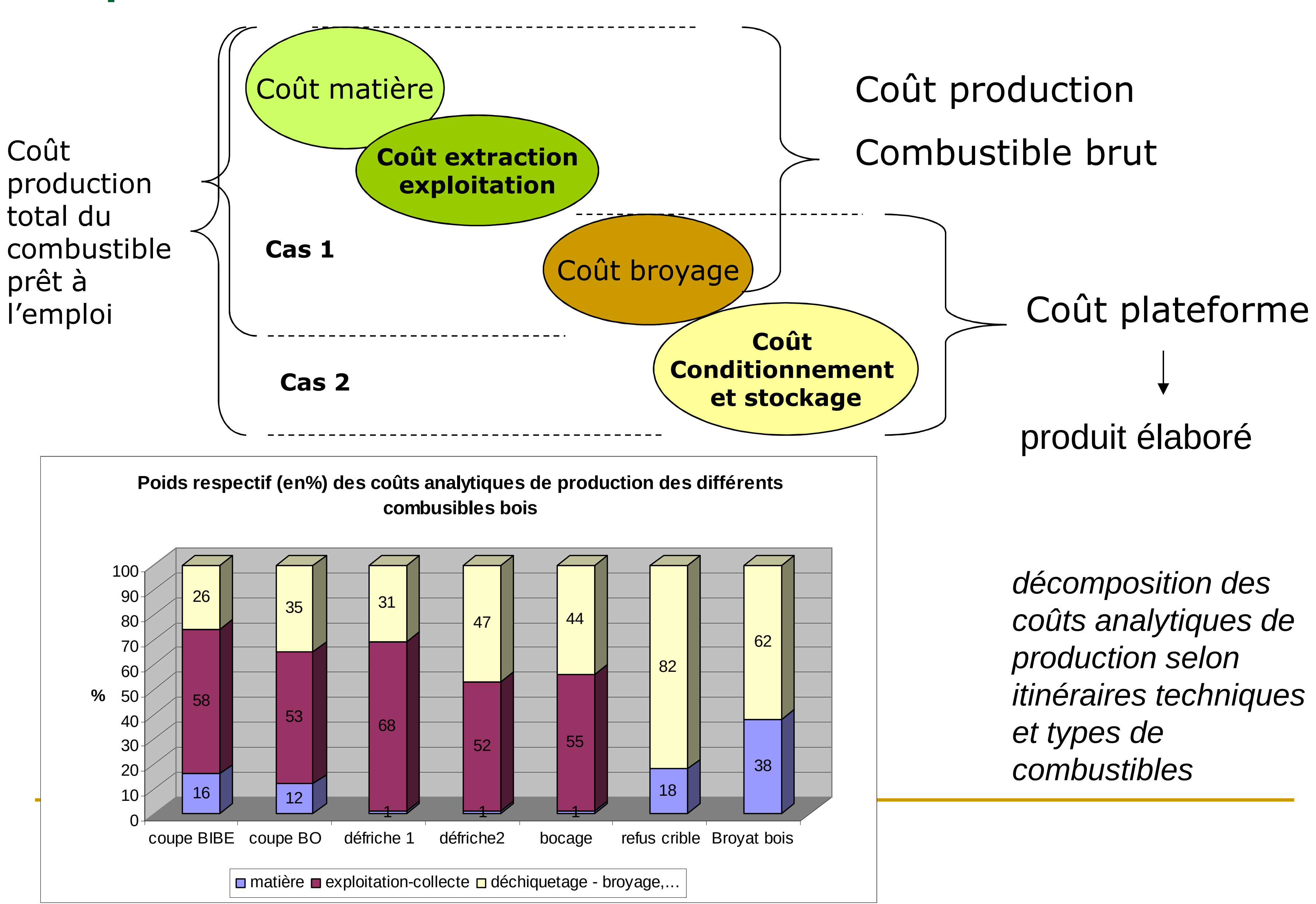
- **Les produits combustibles normés** (paramètres physico-chimiques)
  - Normalisation européenne NF EN14961-1 à 4
  - Normalisation internationale ISO 17225-1 à 6



- **Les produits combustibles autorisés, tracés et contrôlés**
  - L'utilisation en « combustible » des produits bois « propres »:
    - Les référentiels ADEME (FCBA, 2008) utilisés dans les appels à projets BCIAT: Référentiel 2008-1-PF, Référentiel 2008-2-CIB, Référentiel 2008-3-PBFV
    - Rubrique 2910 A sur les installations de combustion définissant les produits biomasse admissibles. (nouveau décret de sept 2013)
  - Utilisation des bois B dans certaines installations et procédure SSD
  - Les produits combustibles certifiés: certification FSC, PEFC… , traçabilité/provenance, audit de contrôle,..

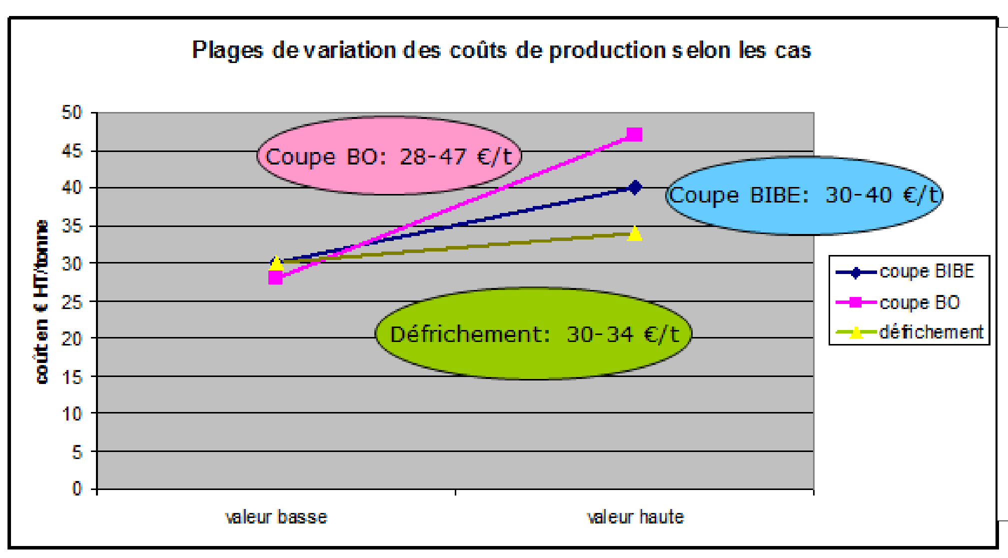


3- Connaissance des coûts de production plaquettes et plateformes

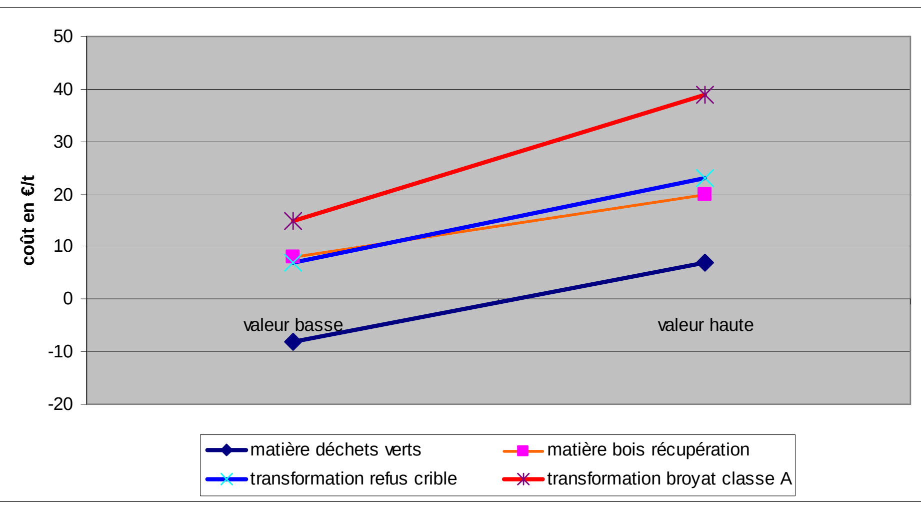


décomposition des coûts analytiques de production selon itinéraires techniques et types de combustibles

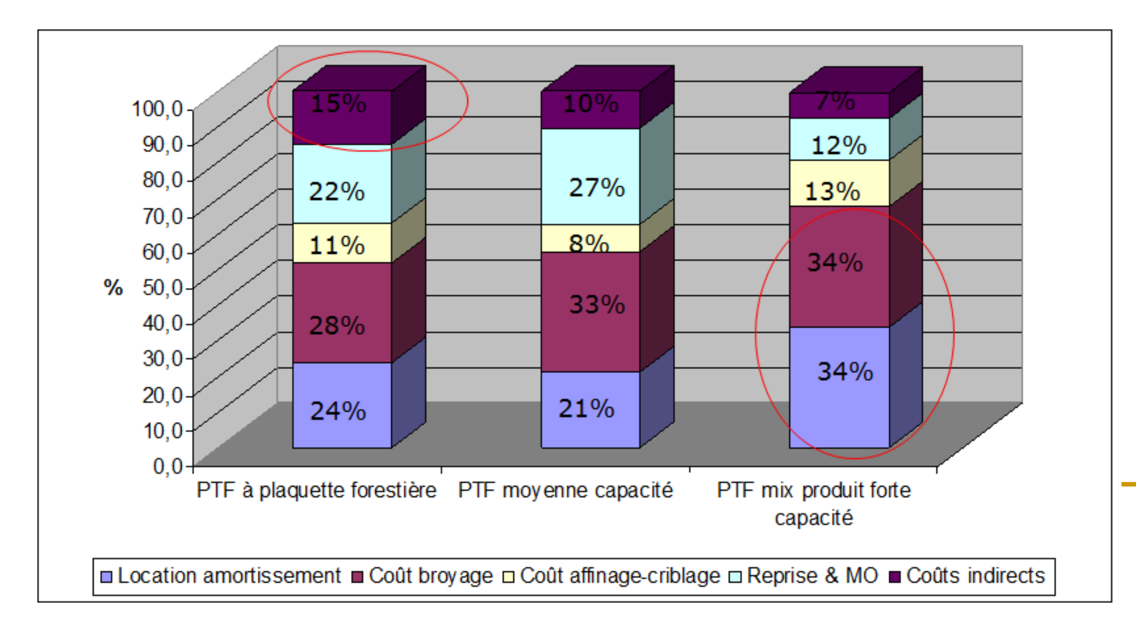
Coûts de production de plaquettes forestières



Coûts de production de broyat BFV/déchets



Une forte variabilité illustrant la diversité des itinéraires technico-économique

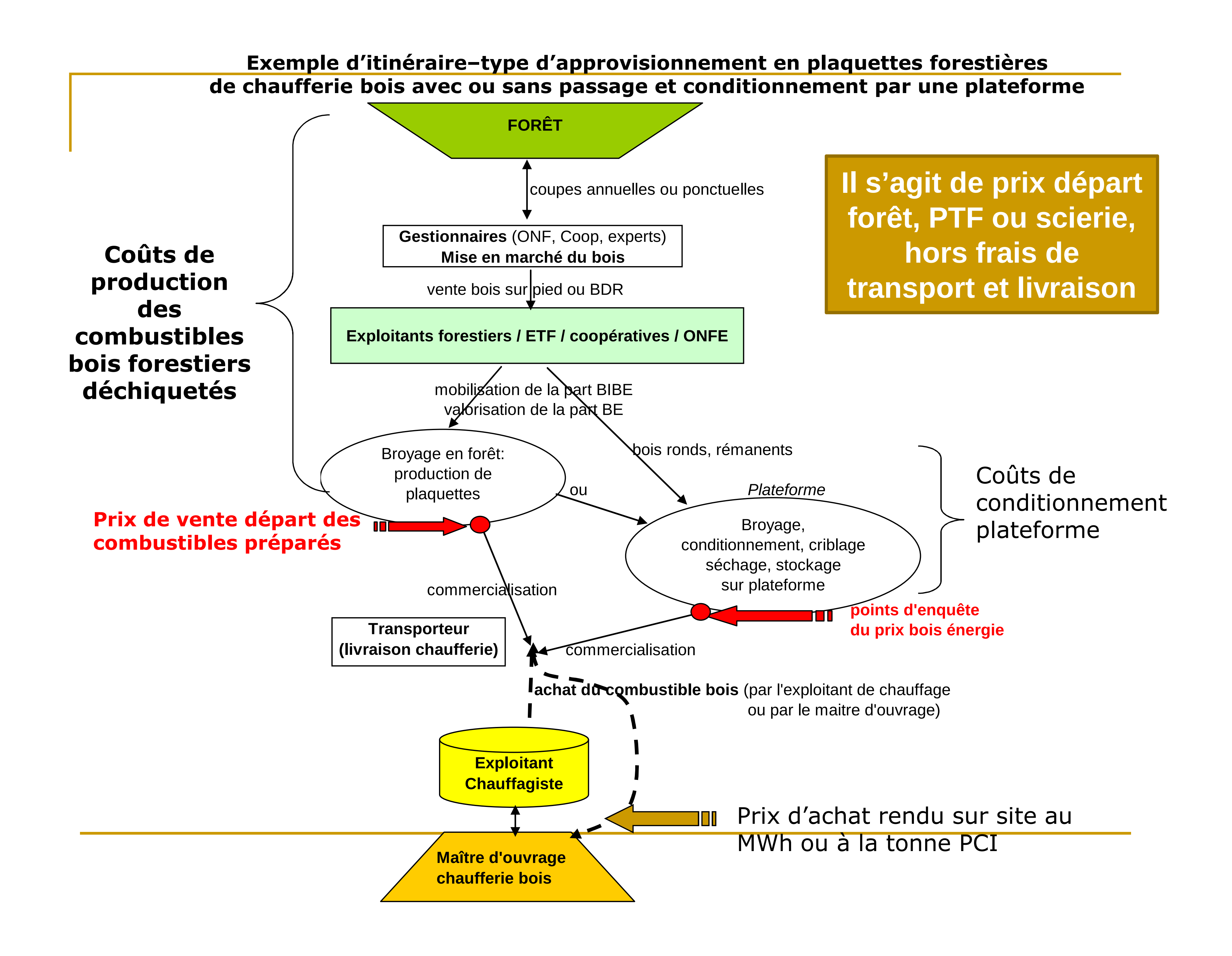


Coûts analytiques de passage par plateforme

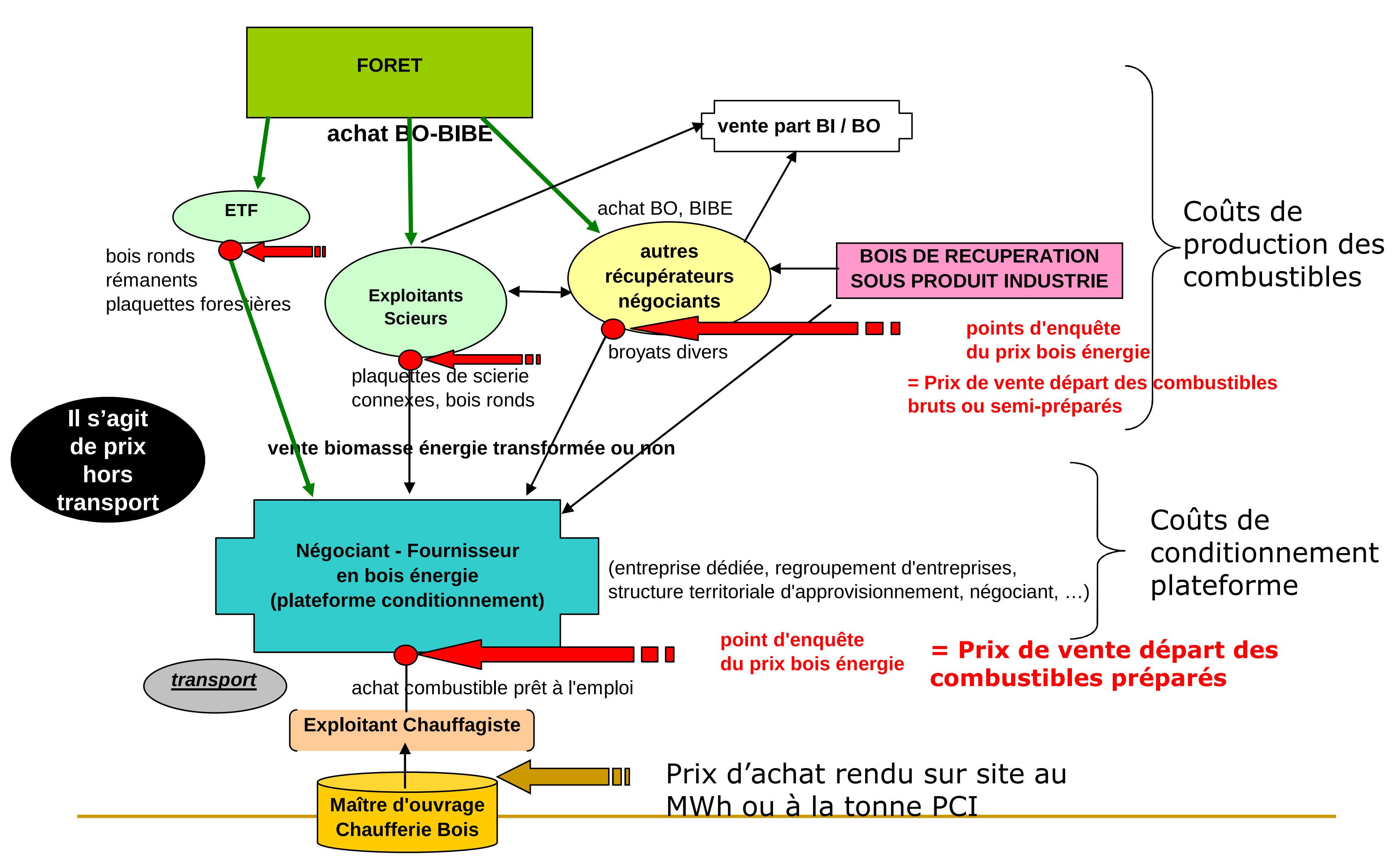
4. La mesure des indices de prix du bois énergie (CEEB)

- Le prix du bois énergie dépend:
  - du marché (offre-demande)
  - de l’existence d’un marché concurrentiel (BIBE) → part de régionalité…
  - de la nature et de l’origine des combustibles: c’est-à-dire des itinéraires technico-économiques aboutissant à la production d’un combustible prêt à l’emploi, (à partir de matières parfois différentes)
  - de la qualité requise par le projet (granulométrie, humidité), donc de sa catégorie d’usage (cf classification combustible)

- Les mercuriales CEEB
  - Une définition des produits bois énergie révisés pour tenir compte de la réalité des produits mis en chaufferie (**distinction <u>produits bruts /</u> <u>produits élaborés</u>**)
  - Une enquête auprès d’un panel complété de structures de production-commercialisation de bois énergie, (croisement BDD publiques, ajout CIBE,..)
  - Un **comité de suivi des prix du Bois énergie** regroupant l’ensemble des parties prenantes qui ont contribué à la révision de la mercuriale CEEB
  - Un **double agrément: MAAP/SSP** pour les produits « forestiers » et INSEE pour les produits « industriels » (comité du Label CNIS octobre 2011)



Exemple d'itinéraire–type d'approvisionnement en plaquettes forestières
de chaufferie bois avec ou sans passage et conditionnement par une plateforme
FORÊT
coupes annuelles ou ponctuelles
Gestionnaires (ONF, Coop, experts)
Mise en marché du bois
vente bois sur pied ou BDR
Exploitants forestiers / ETF / coopératives / ONFE
mobilisation de la part BIBE
valorisation de la part BE
bois ronds, rémanents
Broyage en forêt: production de plaquettes
ou
Plateforme
Broyage, conditionnement, criblage séchage, stockage sur plateforme
Il s'agit de prix départ forêt, PTF ou scierie, hors frais de transport et livraison
Coûts de production des combustibles bois forestiers déchiquetés
Coûts de conditionnement plateforme
Prix de vente départ des combustibles préparés
points d'enquête du prix bois énergie
commercialisation
Transporteur (livraison chaufferie)
commercialisation
achat du combustible bois (par l'exploitant de chauffage ou par le maitre d'ouvrage)
Exploitant Chauffagiste
Prix d'achat rendu sur site au MWh ou à la tonne PCI
Maître d'ouvrage chaufferie bois



Exemple d'itinéraire-type d'approvisionnement de chaufferies bois
en produits mixtes (plaquettes forestières, connexes bois fin de vie,…)
FORET
achat BO-BIBE
vente part BI / BO
ETF
achat BO, BIBE
autres récupérateurs négociants
BOIS DE RECUPERATION
SOUS PRODUIT INDUSTRIE
bois ronds
rémanents
plaquettes forestières
Exploitants Scieurs
points d'enquête
du prix bois énergie
broyats divers
= Prix de vente départ des combustibles
bruts ou semi-préparés
plaquettes de scierie
connexes, bois ronds
Coûts de production des combustibles
Il s'agit de prix hors transport
vente biomasse énergie transformée ou non
Négociant - Fournisseur
en bois énergie
(plateforme conditionnement)
(entreprise dédiée, regroupement d'entreprises,
structure territoriale d'approvisionnement, négociant, …)
Coûts de conditionnement plateforme
point d'enquête
du prix bois énergie
= Prix de vente départ des
combustibles préparés
transport
achat combustible prêt à l'emploi
Exploitant Chauffagiste
Maître d'ouvrage
Chaufferie Bois
Prix d'achat rendu sur site au
MWh ou à la tonne PCI
= Point d'enquête des prix du bois énergie par le CEEB (prix départ)

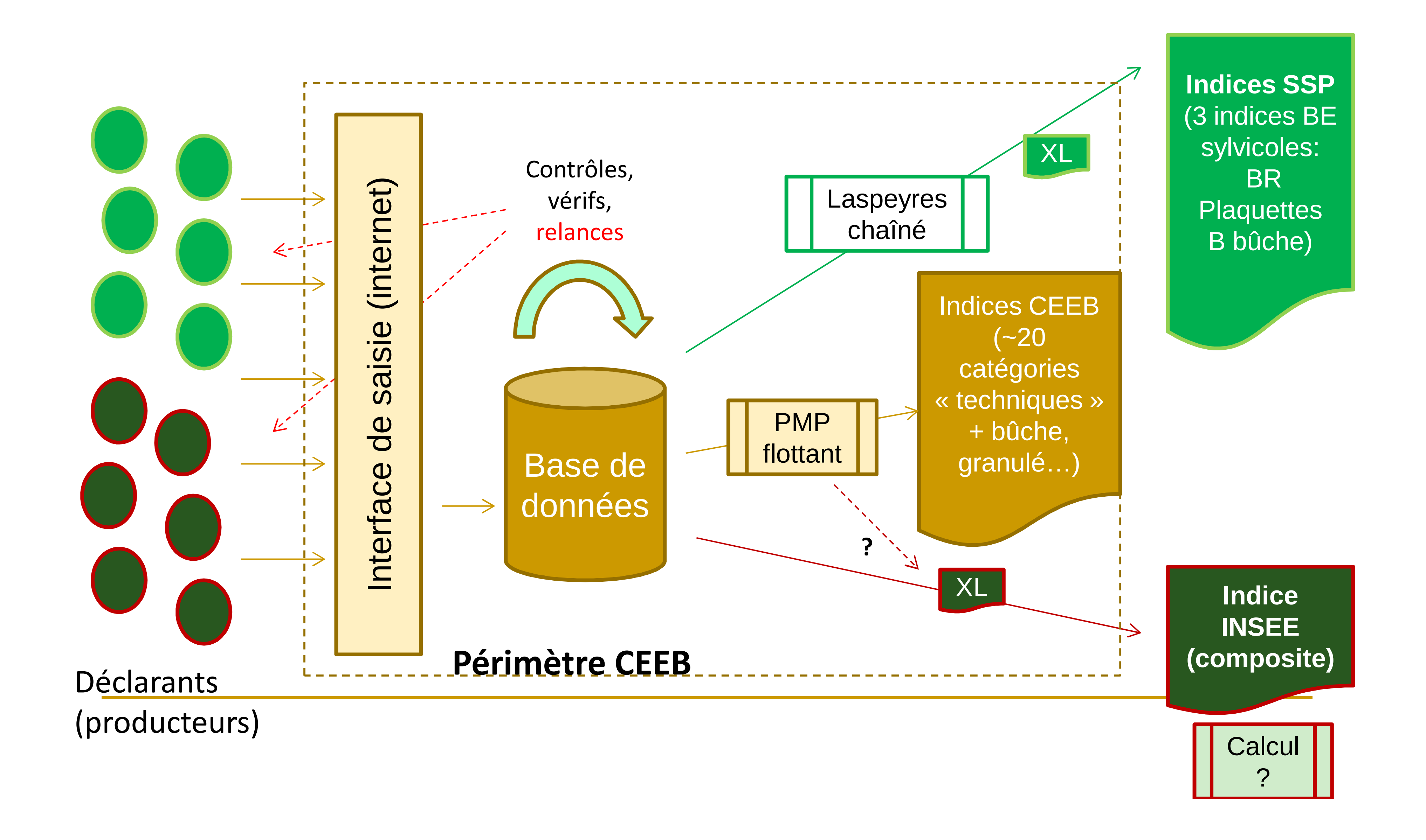
Résultats et fiabilité des enquêtes prix BE du CEEB

- Réponses = en 2012 volume annualisé **d'environ 4 Millions de tonnes de bois énergie soit 70-80% produits BE estimés.**
- Modalités:
  - Remplissage des questionnaires directement en ligne sur internent par les entreprises, sur un serveur FTP dédié CEEB, relance automatique
  - Obligation légale de réponse: **Taux de réponse de 70% des enquêtés toute catégorie (435 entreprises enquêtées en 2012)**
- Analyse et contrôle statistique:
  - les produits sont enquêtés prix départ HT du site de production au moment de leur commercialisation
  - doubles comptes sont limités et prestataires éliminés
  - pondérations des prix par les volumes
  - fiabilité et représentativité : élimination des valeurs aberrantes ou si le volume total est jugé trop faible au regard du marché
  - secret statistique : remplissage par internet direct par l'enquêté et donnée non publiée si le nombre de valeurs < 3 réponses
  - Étude si écart > 25% du prix moyen constaté

Bord de Route	Produits Bruts	Bois Bûches	Produits élaborés	Briquettes / Granulés
184	244	217	318	186

Source CEEB T2-2012

Schéma de production des différents indices BE (CEEB, SSP, INSEE)



Comparaison des indices CEEB, SSP, INSEE

Publication	CEEB	SSP	INSEE
Champ couvert	Tous types de biomasse	Biomasse sylvicole (exploitation forestière et scierie)	Connexe, biomasse transformée (industrie), broyat de bois fin de vie
Produits [Q = qualités]	15 produits bruts 15 produits élaborés 13 produits bois bûches	3 Indices composites : Bois ronds toutes longueurs Bois bûches Plaquettes forestières, bocagères ou urbaines	1 indice global : Bois-énergie industriel
Mode de Calcul	Prix moyen pondéré par les volumes trimestriels des répondants	Evolution de Prix pondérée par un panier de volume fixé annuellement	
Représentation	Evolution du marché global	Evolution du prix d'un panier représentatif annuel de biomasse forestière	

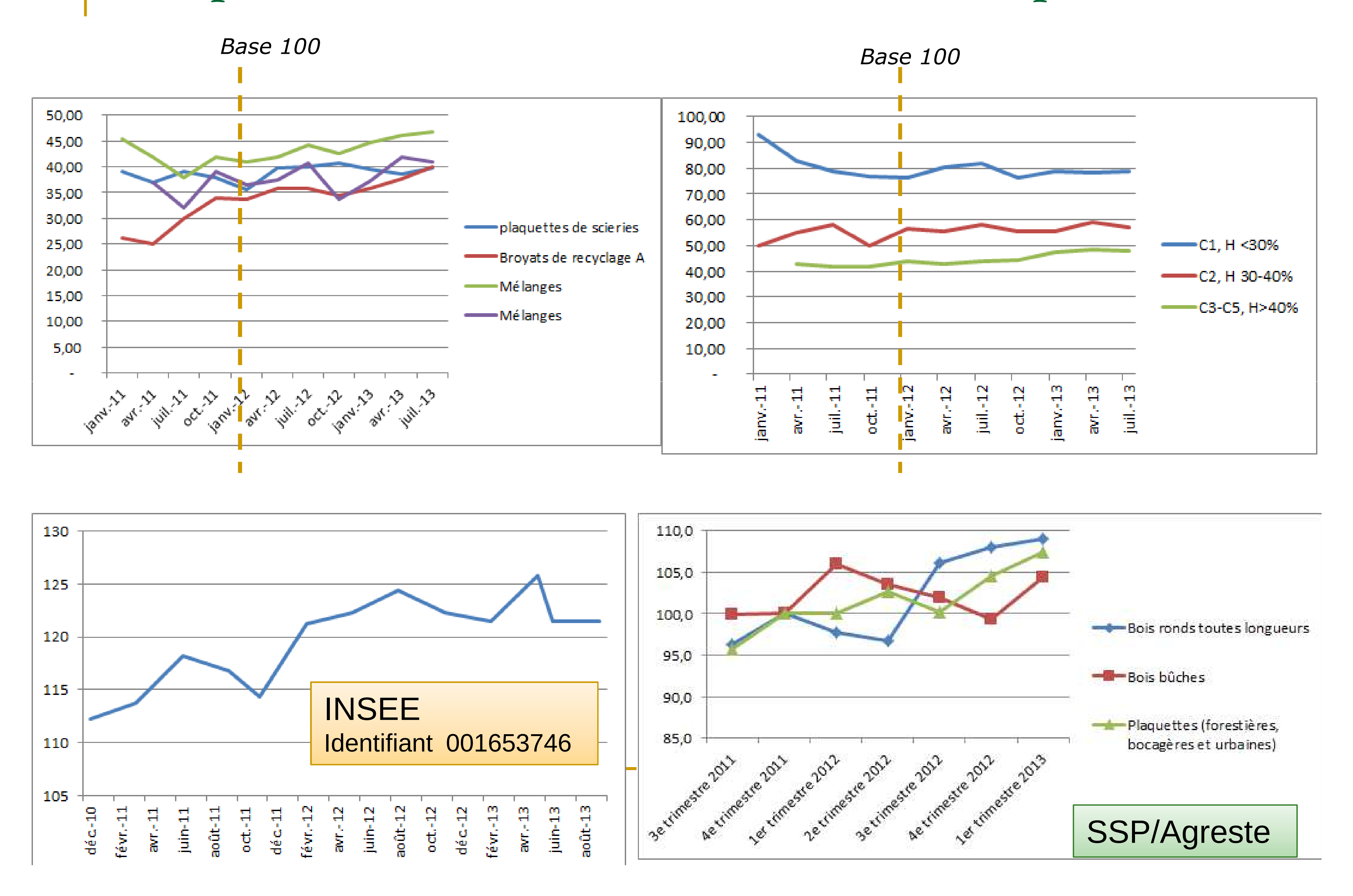
Indices BE CEEB, base 100 en janvier 2012

http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/bois-et-derives-535/prix-du-bois-825/

Indice de prix de production de l'industrie française pour le marché français - Prix de marché - CPF 16.10 - Bois d'énergie - Base 2010 - (FM0D161020)
Identifiant: 001653746

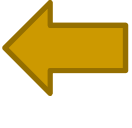
La série identifiant 001579087 base juin 2009 est arrêtée depuis 02/2013

Comparaison des évolutions indicielles des prix du BE

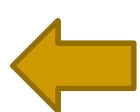


Prix et indices nationaux 2012-T4 (prix du 1er au 5 janvier 2013)		Prix 2011-T4 €	Prix 2012-T3 €	Prix 2012-T4 €	Indices	Variation 2012-T4 2012-T3	Variation 2012-T4 2011-T4
Produits élaborés					Base 100 : janv 2012		E40
Plaquette forestière							
Plaquettes provenant de bois forestiers, vendus en toutes longueurs, puis broyés sur la coupe ou sur une plateforme de broyage							
Petite granulométrie, humidité <30%	tonne	76,3	76,2	78,9	103,4	3,5%	3,4%
PCI retenu (3,70)	Mwh	20,62	20,59	21,32			
Moyenne granulométrie, humidité 30-40%	tonne	56,3	55,7	55,5	98,6	-0,4%	-1,4%
PCI retenu (3,10)	Mwh	18,16	17,97	17,90			
Granulométrie grossière, humidité >40%	tonne	43,8	44,2	47,2	107,8	6,8%	7,8%
PCI retenu (2,55)	Mwh	17,18	17,33	18,51			
Plaquette bocagère - Bois broyé provenant d'élagages de haies bocagères							
Petite granulométrie, humidité <30%	tonne	96,0	NS	NS	-	-	-
PCI retenu (3,70)	Mwh	25,95					
Moyenne granulométrie, humidité 30-40%	tonne	NS	NS	NS	-	-	-
PCI retenu (3,10)	Mwh						
Plaquette urbaine - Bois broyé en provenance d'élagages urbains et d'entretien des paysages							
Moyenne granulométrie, humidité 30-40%	tonne	NS	NS	NS	-	-	-
PCI retenu (3,10)	Mwh						
Granulométrie grossière, humidité >40%	tonne	NS	NS	NS	-	-	-
PCI retenu (2,55)	Mwh						
Mélanges assemblés à partir de divers composants à humidités différentes							
broyés en dimensions compatibles avec les contraintes des chaudières							
Moyenne granulométrie, humidité 30-40%	tonne	40,9	42,7	44,6	109,0	4,4%	9,0%
PCI retenu (3,10)	Mwh	13,19	13,77	14,39			
Granulométrie grossière, humidité >40%	tonne	36,4	33,7	37,3	102,5	10,7%	2,5%
PCI retenu (2,55)	Mwh	14,27	13,22	14,63			
Plaquette de scieries produites en scierie à partir de chutes de sciage provenant de bois écorcés							
Moyenne granulométrie, humidité 30-40%	tonne	35,6	40,7	39,6	111,2	-2,7%	11,2%
PCI retenu (2,55)	Mwh	13,96	15,96	15,53			
Broyats de recyclage de classe A							
Bois déferraillés et broyés en dimensions compatibles avec les contraintes des chaudières							
Gran. moyenne et grossière, humidité <25%	tonne	33,7	34,4	35,9	106,5	4,4%	6,5%
PCI retenu (4,00)	Mwh	8,43	8,60	8,98			





Manque de retour suffisant

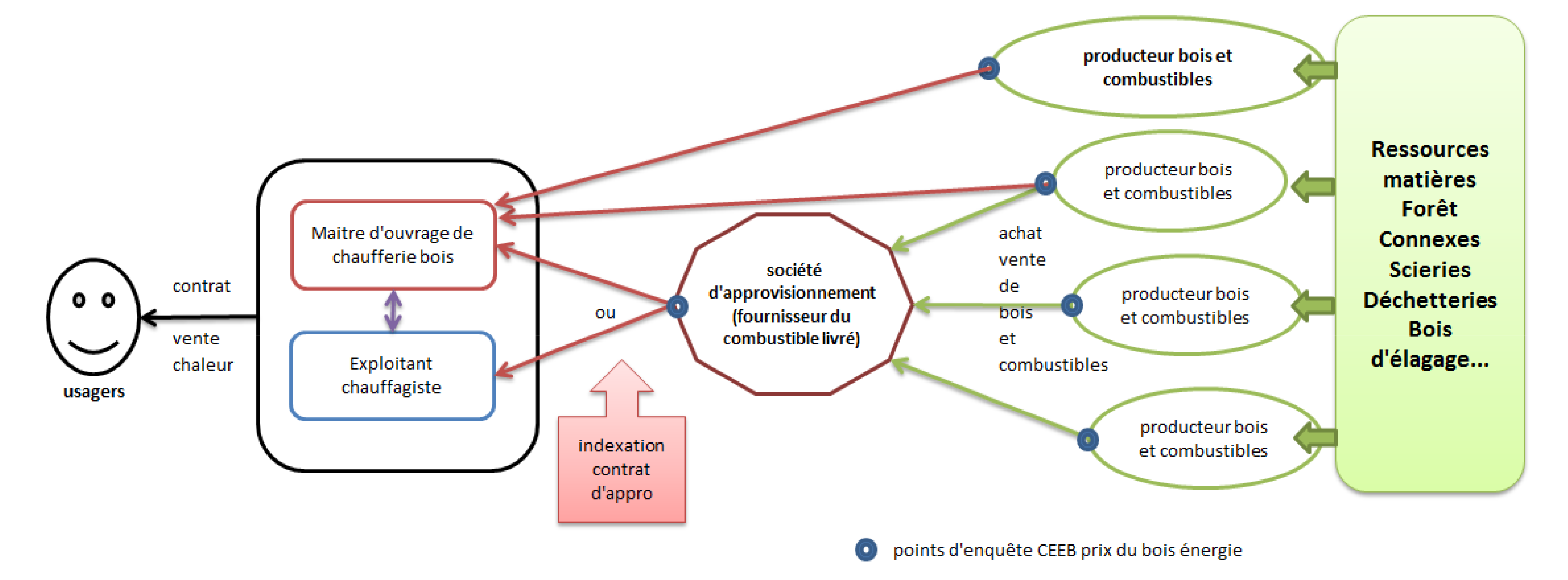


Panel d'entreprises identifiées insuffisant sur ces 2 produits

5- L'indexation des prix dans les contrats d'approvisionnement des chaufferies à partir des indices de prix CEEB

- **Objectif recherché**
  - Proposer différentes approches possibles pour indexer les contrats d'approvisionnement en combustible bois dans les chaufferies en s'appuyant sur les indices CEEB, et des indices représentatifs d'autres composantes du prix final (transport, main d'oeuvre,..)
  - indices robustes et pérennes, transparents et accessibles
  - formules acceptables par les parties
  - clauses adaptées
- Les étapes :
  - 2010-2011: travaux sur la mercuriale des prix du bois énergie avec le CEEB
  - 2011-2012: analyse/conception de 3 types de formules d'indexation selon 3 approches différentes (analytique, synthétique, marché énergie)
  - 2012-2013: simulations sur les formules d'indexation à partir de cas concrets et conditions d'utilisation de chacune des formules utilisées

Entrée chaufferie



Formules contractuelles avec:

- Clause de sauvegarde
- Modalités de révision

Les formules d'indexation contractuelle testées

- Formule analytique (décomposition en coûts de production)

$$P = P_0 \text{ x } [\, a\% + b\% \text{ x } (IB/IB_0) + c\% \text{ x } (IT/IT_0) + d\% \text{ x } (IS/IS_0) + e\% \text{ x } (IM/IM_0) + f\% \text{ x}(IG/IG_0)]$$

  - IB = indice bois rond (BDR) du CEEB

- Formule synthétique (indice BE du CEEB + transport)

$$P_{Bois} = P_{Bois0} \times \left(a\% \times \frac{I_{Bois}}{I_{Bois0}} + b\% \times \frac{IT}{IT_0} \right)$$

  - Ibois = indice « produits élaborés » du CEEB (soit mono produit, soit en combinaison de plusieurs produits)

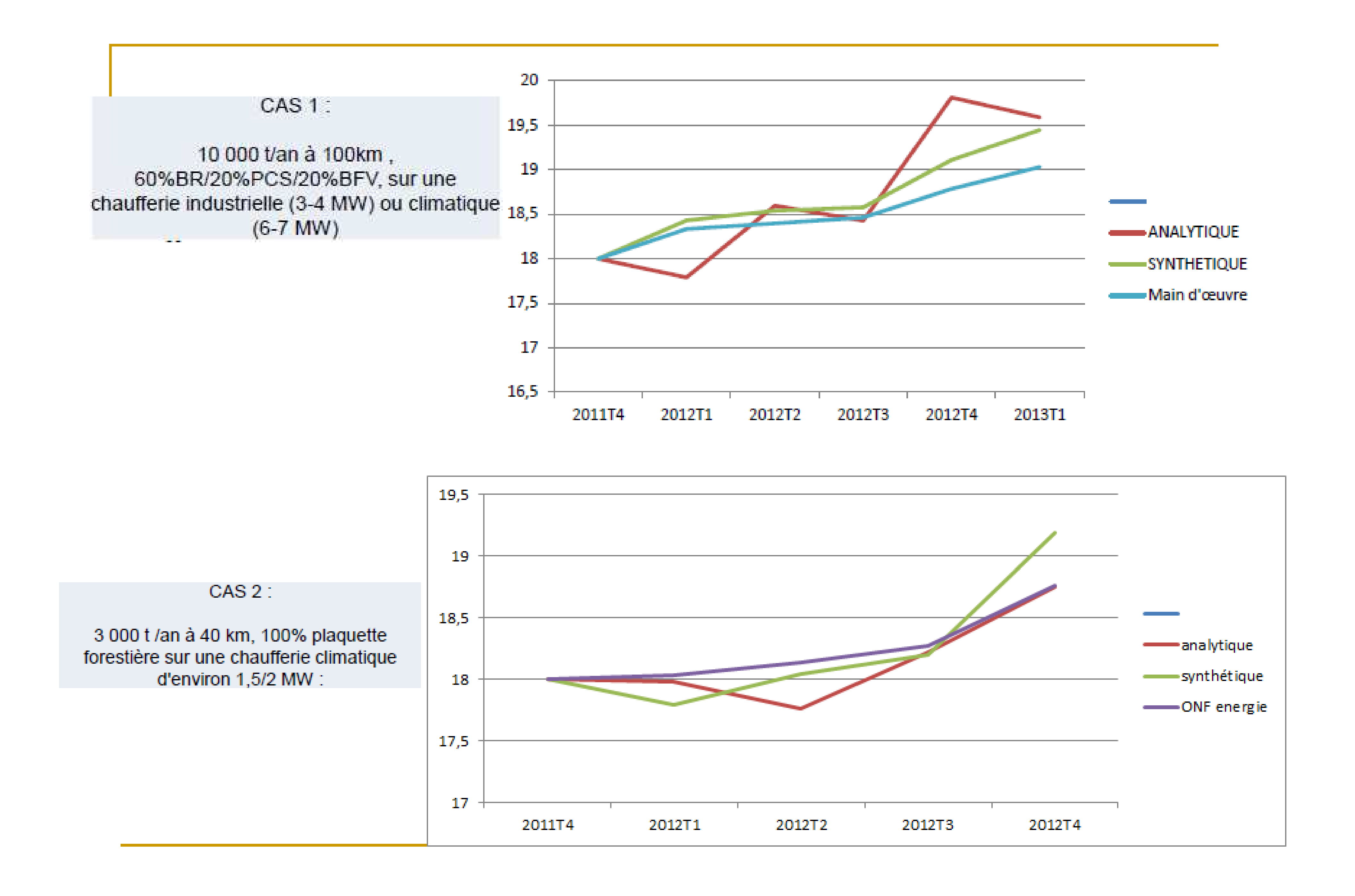
- Formule plaquette forestière avec main d'oeuvre

$$P = P0\ (a\%\ I_{PF} + b\%\ IT + c\%\ IM)$$

MO → spécifique, zone difficile, montagne, rémanents

L'étude de cas

- **Cas 1: chaufferie 10 000 t/an avec mix produit, appro 100 km**
  - Avec formule synthétique:
    - Composition (indices matières): 60% PF (C3), 20% PCS, 20% BFV
    - Pondération: 70% matière, 30% transport (indice CNR régional 40t)
  - Avec formule analytique
    - Composition: 60% BR (indice BR), 20% PCS, 20%BFV
    - Pondération: 5% part fixe, 40% matière, 30% transport (ACT DA), 20% main d'œuvre (Indice INSEE ICHT-TS), 15% machinisme (Ipampa)
- **Cas 2: chaufferie 3 000 t/an en plaq. Forestière, appro 40 km**
  - Avec formule synthétique:
    - Composition (indices matières): 100% PF (C3)
    - Pondération: 80% matière, 20% transport (indice CNR régional 40t)
  - Avec formule analytique
    - Composition: 60% BR (indice BR), 20% PCS, 20%BFV
    - Pondération: 10% part fixe, 35% matière, 25% transport (ACT DA), , 20% main d'œuvre (Indice INSEE ICHT-TS), 10% machinisme (Ipampa)


CAS 1 :
10 000 t/an à 100km ,
60%BR/20%PCS/20%BFV, sur une
chaufferie industrielle (3-4 MW) ou climatique
(6-7 MW)
20
19,5
19
18,5
18
17,5
17
16,5
2011T4
2012T1
2012T2
2012T3
2012T4
2013T1
ANALYTIQUE
SYNTHETIQUE
Main d'œuvre
CAS 2 :
3 000 t /an à 40 km, 100% plaquette
forestière sur une chaufferie climatique
d'environ 1,5/2 MW :
19,5
19
18,5
18
17,5
17
2011T4
2012T1
2012T2
2012T3
2012T4
analytique
synthétique
ONF energie

Limites de l’exercice, mode d’emploi (boite à outils)

- Faible antériorité des indices CEEB (6 trimestres depuis T4-2011)
- Comparaison de la sensibilité et réaction aux évolutions du marché
  - écarts constatés de l’ordre de 2,5 % du prix de vente, ce qui est acceptable
  - Formule analytique montre des évolutions plus marquées selon les trimestres
  - Les simulations +35% prix du baril ou -30% prix du bois rond montrent que:
    - les formules réagissent de façon parallèle avec un moindre effet pour la formule PF+MO
    - dépassant rapidement le prix de retrait (sauvegarde) → stabilisation du système

- La part fixe permet de réduire l’effet des variations sur le prix calculé: → fournisseur souhaitant amortir un investissement

- Constituer une clause de sauvegarde ou de revoyure (en cas divergence évolution prix contrat et prix du marché).
  - Fréquence de révision annuelle (faire pondération des 4 trimestres)
  - Clause de sauvegarde = seuil d’écart de prix formé/constaté +/- 15%

Merci pour votre attention



Comité Interprofessionnel du Bois-Energie
E-mail : contact@cibe.fr - Tel: 09 53 58 82 65

Une classification à adapter à l'évolution des paramètres normatifs: EN, ISO

Classification professionnelle simplifiée des combustibles bois déchiquetés propres (non adjuvantés)

catégorie et forme	classe de granulométrie	classe d'humidité	taux cendres	Contenu énergétique	préconisations d'utilisation	nature, origine combustible
Petites plaquettes bois calibrées fins sèches					petite à très petite chaudière	
C1	P16-P45A	M15-M30	A0.5-A0.7	3,4 à 4,2 MWh/t	P < 200kW - 300 kW	PF, CIB
				moy: 3800 kWh/t	foyer volcan, désilage vis	sans écorces
Plaquettes calibrées ressuyées					petite à moyenne chaudière	
C2	P45-P63	M30-M40	A1.0-A2.0	2,8 à 3,4 MWh/t	de 400 kW jusqu'à 1,5 MW	PF, CIB
				moy: 3100 kWh/t	foyer volcan, désilage vis	% écorces faible
Plaquettes-broyats non calibrés humides					moyenne chaudière	mix-produit
C3	P63-P125	M35-M45	A1.5-A3.0	2,5 à 3,1 MWh/t	800 KW < P < 3 - 5 MW	PF, CIB, BFV
				moy: 2800 kWh/t	foyer grille (voire volcan)	% écorces < 50%
Broyats non calibrés très secs					moyenne à grosse chaudière	broyat palettes
C4	P100-P200	M10-M20	A1.0 - A3.0	3,9 à 4,5 MWh/t	0,8 - 1 MW < P < 3 à 5 MW	BFV, CIB
				moy: 4200 kWh/t	foyer grille ou équivalent	sans écorces
Broyats-mélanges non calibrés très humides					très grosse chaudière	Mix produit PF, CIB
C5	P100-P200	M40-M55	A3.0-A5.0	1,9 à 2,8 MWh/t	P > 5 - 6 MW	% écorces élevé
				moy: 2400 kWh/t	foyer grille ou équivalent	% BFV peu élevé

humidité	valeur
M10-M20	10% < H ≤ 20%
M15-M30	15% < H ≤ 30%
M30-M40	30% < H ≤ 40%
M35-M45	35% < H < 45%
M40-M55	40% < H ≤ 55%

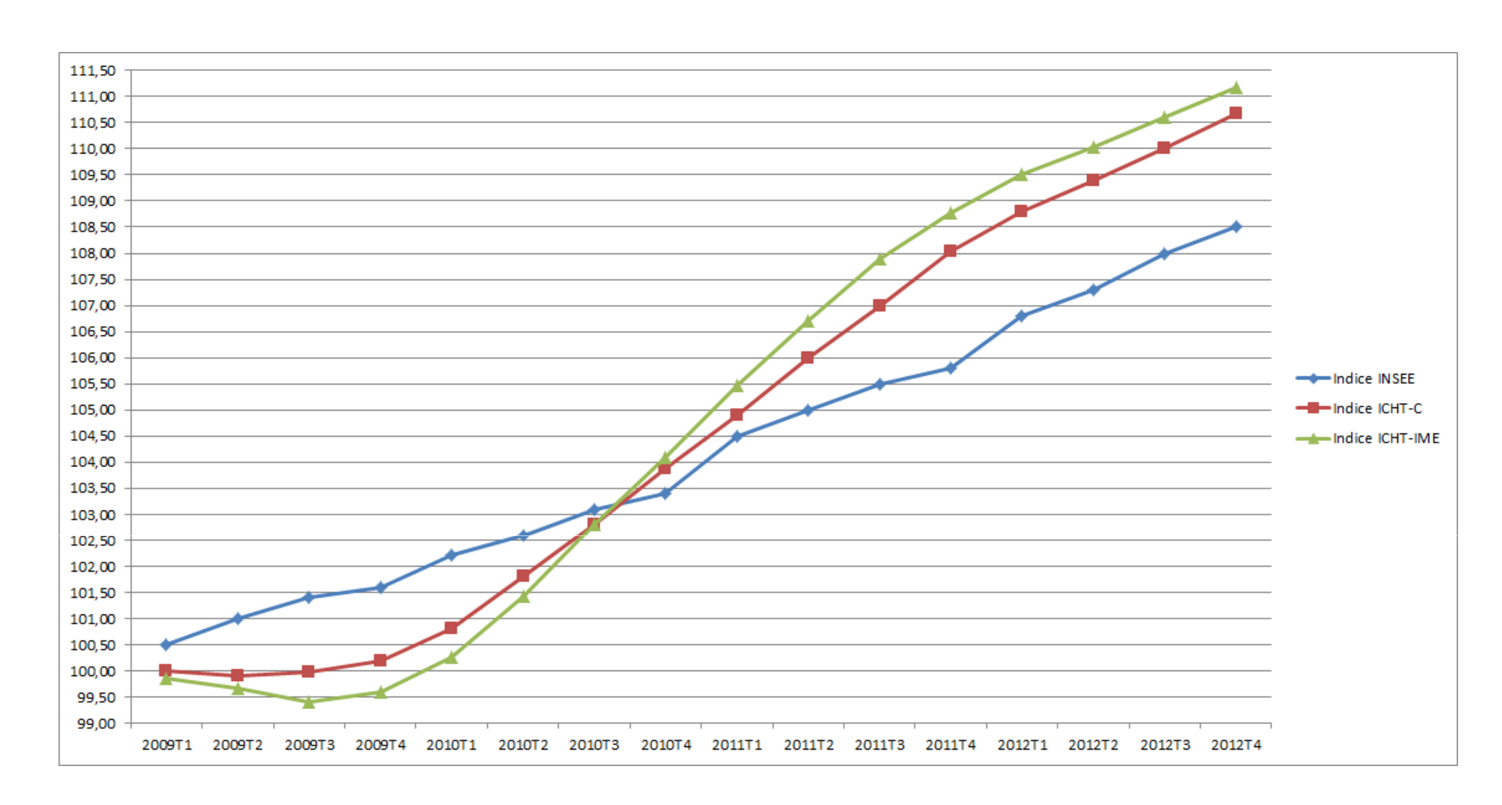
PF Plaquette forestière (ou assimilée)
CIB Connexes des industries du bois
BFV Bois en fin de vie

Classes d'humidité et de granulométrie respectant la norme NF EN 14961-1 (Oct. 2010)

classe de granulométrie	fraction de 75% du poids		fraction grossière plaquettes		fraction fine (< 3,15 mm)
	minimale	maximale	% en masse	long max	
P16-P45A	3,5mm	45 mm	< 3%	< 100 mm	< 8%
P45A-P63	8 mm	63 mm	< 6%	< 100 mm	< 6%
P63-P125	8 mm	125 mm	< 6-10%	< 200 mm	< 4%
P100-P200	16 mm	200 mm	< 10%	< 350 mm	< 10%

attention: distinguer la fine (< 1 mm qui doit toujours être < 2-3%) de la fraction fine de plaquette (< 3,15 mm)

De multiples sources d'indices



Indice MO
Préférer l'ICHT-IME
Identifiant 1565183

Indice transport: CNR, ACTDA (payant), TRO
CNR 40 Reg est plus accessible et inclut l'indice gazole → pertinent

Indice matériel: BTP TP, IPAMPA, FSD2, PPIF; composition très hétéroclite
IPAMPA plus pertinent (a pris 20% entre 2010 et 2013)

Indexation selon Energie Bois Suisse

$$P_n = P_a \times \left(0.5 \times \frac{E_n}{E_a} + 0.1 \times \frac{M_n}{M_a} + 0.1 \times \frac{L_n}{L_a} + 0.1 \times \frac{G_n}{G_a} + 0.2 \times \frac{K_n}{K_a} \right)$$

P_n	=	Nouveau prix des plaquettes de bois
P_a	=	Ancien prix des plaquettes de bois
E_n	=	Nouvel indice partiel du bois énergie
E_a	=	Ancien indice partiel du bois énergie
M_n	=	Nouvel indice partiel des produits pétroliers
M_a	=	Ancien indice partiel des produits pétroliers
L_n	=	Nouvel indice partiel des machines agricoles et tracteurs
L_a	=	Ancien indice partiel des machines agricoles et tracteurs
G_n	=	Nouvel indice partiel du trafic routier de marchandises
G_a	=	Ancien indice partiel du trafic routier de marchandises
K_n	=	Nouvel indice partiel de l'indice national des prix à la consommation
K_a	=	Ancien indice partiel de l'indice national des prix à la consommation

Introduction d’un indice partiel produits pétroliers et d’un indice bois énergie (matière brute)